

Aus der
Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie
des Universitätsklinikums des Saarlandes

Direktor Prof. Dr. med. Christian Rube
Leitender Oberarzt Prof. Dr. med. Marcus Niewald

**Retrospektive Studie über die Wirksamkeit der Strahlentherapie beim
schmerzhaftem Fersensporn**

Dissertation zur Erlangung de Grades eines Doktors der Medizin

**der Medizinischen Fakultät
der Universität des Saarlandes**

2011

vorgelegt von

**Ruth Giuliana Klossok-Niethammer
geb. am 15. September 1982 in Lima/Peru**

Inhalt	Seite
I. Zusammenfassung	6
Summary	9
II. Einleitung	
II.1. Allgemeine Einleitung	11
II.2. Eigene Fragestellung	21
III. Material und Methoden	22
III.1. Krankengut	22
III.2. Alter und Geschlecht	22
III.3. Schmerzcharakteristik	23
III.4. Anamnesedauer	25
III.5. Vorbehandlung	26
III.6. Strahlentherapie	26
III.7. Follow up	28
III.8. Verarbeitung der Daten	29

IV.	Ergebnisse	30
	IV.1. Ergebnis bezüglich des Schmerzverlaufes	31
	IV.1.1 Schmerzverlauf am Ende der Strahlentherapie	31
	IV.1.2. Schmerzverlauf im Median 100 d nach Strahlentherapie	32
	IV.1.3. Schmerzverlauf im Median 12 Monate nach Strahlentherapie	33
	IV.1.4. Schmerzverlauf im Median 18 Monate nach Strahlentherapie	34
	IV.1.5. Schmerzverlauf am Ende der Studie Frühjahr 2009	35
	IV.2. Schmerzverlauf nach Geschlecht	36
	IV.3. Akute Nebenwirkungen	37
	IV.4. Zufriedenheit der Patienten mit dem Ergebnis der Strahlentherapie	38
	IV.5. Weitere Behandlungen nach der Strahlentherapie	39
V.	Diskussion	40
	V.1. Mechanismen und Wirkungsweise der Bestrahlung	40
	V.2. Akute Strahlennebenwirkungen und Strahlenspätfolgen	43
	V.3. Literaturübersicht zur Radiotherapie bei schmerzhaftem Fersensporn	44
	V.4. Vergleich des zeitlichen Schmerzverlaufs	46
	V.5. Alternativmethoden zur Behandlung des schmerzhaften Fersensporn	47
	V.6. Schlussfolgerung der Strahlentherapie bei schmerzhaftem Fersensporn	50

VI. Literaturverzeichnis	51
VII. Danksagung	59
VIII. Lebenslauf	60

Abbildungen

Abbildung 1. Schematische Darstellung des Krankheitsbild Fersensporn	8
Abbildung 2. Plantarer Fersensporn	15
Abbildung 3. Dorsaler Fersensporn	16
Abbildung 4. Simulatoraufnahme	27

Diagramme

Diagramm 1. Strahlenart	28
Diagramm 2. Schmerzverlauf in NAS 1	32
Diagramm 3. Schmerzverlauf in NAS 2	33
Diagramm 4. Schmerzverlauf in NAS 3	34
Diagramm 5. Schmerzverlauf in NAS 4	35
Diagramm 6. Schmerzverlauf in NAS 5	36
Diagramm 7. Schmerzverlauf bei Frauen und Männer mit Fersensporn	36
Diagramm 8. Zufriedenheit der Patienten nach Therapieende	38
Diagramm 9. Weiterführende Behandlungsformen nach Ende der Strahlentherapie	39

Tabellen

Tabelle 1. Altersverteilung	22
Tabelle 2. Geschlechtsverteilung	23
Tabelle 3. Schmerz/ Belastungsschmerz/ Ruheschmerz	23
Tabelle 4. Verteilung der Schmerzausstrahlung	24
Tabelle 5. Seite und Lokalisation des Schmerzes	24
Tabelle 6. Verteilung der Anamnesedauer	25
Tabelle 7. Vorbehandlung	26
Tabelle 8. Schmerzverlauf bei NAS 1	31
Tabelle 9. Schmerzverlauf bei NAS 2	32
Tabelle 10. Schmerzverlauf bei NAS 3	33
Tabelle 11. Schmerzverlauf bei NAS 4	34
Tabelle 12. Schmerzverlauf bei NAS 5	35
Tabelle 13. Zufriedenheit der Patienten	38
Tabelle 14. Literaturübersicht zur Strahlentherapie bei Fersensporn	45

I. Zusammenfassung

Zielsetzung:

In einer retrospektiven Studie wurde ausgewertet, inwiefern die Strahlentherapie des schmerzhaften Fersensporns eine Schmerzlinderung und damit eine Verbesserung der Lebensqualität der Patienten bewirkt.

Patienten und Methoden:

Die Daten von 188 Patienten, die auf Grund ihres schmerzhaften Fersensporns im Zeitraum von 1994 bis 2009 bestrahlt wurden und sich zu mindestens einer Nachsorgeuntersuchung vorgestellt haben, lagen der Auswertung zugrunde. Das mittlere Alter betrug 57 Jahre. 76,5 % dieser Patienten waren weiblich.

Alle Patienten beklagten lokale Schmerzen(indikationsbestimmend), 74,4 % der Patienten vor allem bei Belastung. Die Anamnesedauer war folgendermaßen verteilt: bei 15 % der Patienten einige Wochen bis zu 3 Monate, 43 % 4 bis 6 Monate, 28 % berichteten über eine Zeit zwischen 7 und 12 Monaten. Bei sogar 12 % der Patienten war die Anamnesedauer länger als 12 Monate. 122 von 188 Patienten erhielten eine Schuheinlage als Vortherapie.

Die überwiegende Mehrzahl der Patienten wurde über reguläre seitliche Gegenfelder mit Photonen der Energie 4 MV und 6 MV eines Linearbeschleunigers mit einer Gesamtdosis von 6 Gy bestrahlt, appliziert in 6 Fraktionen zu 1.0 Gy zweimal wöchentlich. Bei einem Patienten wurde ein Telekobaltgerät angewandt. Die Erfassung der Daten erfolgte am letzten Tag der Strahlentherapie bzw. in danach geplanten 3- bis 6-monatlichen Nachsorgeuntersuchungen. Zusätzlich wurden Patienten und behandelnde Ärzte mittels Fragebögen um ihre Einschätzung hinsichtlich der Schmerzlinderung gebeten.

Ergebnisse:

Am letzten Tag der Bestrahlung berichteten 120/188 Patienten (63,8 %) von einer Besserung des Schmerzes, 7/188 Patienten (3,7 %) von Schmerzfreiheit. Bei 52/188 (27,6 %) Patienten war die Schmerzsymptomatik unverändert.

Bei der zweiten Nachsorge nach im Median 100 d stellten sich noch 165 Patienten vor, deren Angaben für diese Studie auswertbar waren, 43/165 Patienten (26 %) waren schmerzfrei, 79/165 Patienten (47,8 %) berichteten von einer deutlichen Schmerzreduktion, keine Veränderung war bei 33/165 Patienten festzustellen.

Bei der dritten Nachsorge nach im Median 503 d standen noch die Daten von 94 Patienten zur Verfügung, davon berichteten 22/94 Patienten (23,4 %) von einer Schmerzreduktion und 56/94 Patienten (59,5 %) waren komplett schmerzfrei.

Bei der vierten Nachsorge nach im Median 1170 d zeigte sich das Patientenkollektiv mit insgesamt nur 37 Angaben zur Schmerzsymptomatik. Bei 4/37 Patienten (10,8%) waren eine Schmerzreduktion und bei 32/37 Patienten (86,4 %) eine Schmerzfreiheit zu beobachten.

Nach in Median 1590 d erfolgte die fünfte Nachsorgeuntersuchung bzw. die Auswertung der Fragebögen, diese zeigte Angaben von 84 Patienten zu ihrer Schmerzsymptomatik. Bei 72/84 Patienten (85,7 %) erzielte die Strahlentherapie eine komplette Schmerzfreiheit. Bei 9/84 Patienten (10,7 %) war eine deutliche Besserung der Beschwerden zu berichten. Nur 3/84 Patienten (3,5 %) klagten in der vierten Nachsorgeuntersuchung über eine unveränderte Schmerzsymptomatik.

Alle diese Ergebnisse zur Schmerzreduktion erfolgten bei 182 Patienten ohne Nebenwirkungen, 5 klagten über eine leichte Hautrötung.

Schlussfolgerung:

Die Strahlentherapie des schmerzhaften Fersensporns erscheint hinsichtlich einer Analgesie hocheffektiv, nachhaltig und nebenwirkungsfrei. Oftmals vergehen jedoch bis zum Eintritt des Effektes mehrere Monate, soweit dies bei retrospektiver Betrachtungsweise und teilweise unvollständigen Nachsorgedaten beurteilbar ist. Prognostische Faktoren haben sich bei multivariaten Tests nicht finden lassen.

Abbildung 1.

Schematische Darstellung des Krankheitsbild Fersensporn (plantar und dorsal)



Quelle der Abbildung:

Abb. 1: Dr. Siegfried Schenk, Facharzt für Orthopädie
(<http://www.meinefuesse.at/Ferse.html>)

Summary

Objective:

The effect of radiotherapy in context of a plantar fasciitis in order to reduce pain was evaluated in this retrospective study.

Patients and methods:

The data of 188 patients who suffered of heel spur pain and who were irradiated in the period from 1994 to 2009 were evaluated in this study. All of them had at least one follow up examination after radiotherapy. The mean age amounted to 57 years. 76.5% of the patients were female. All patients described a local pain which was the basis for the indication. 74.4 % of the patients described pain especially under stress. The duration of anamnesis was averaged as follows: 15 % of the patients had pain for some weeks to 3 months, 43 % for 4 to 6 months, 28% even for 7 to 12 months. The period of medical history was longer than 12 months for 12 % of the patients in this study. 122 of 188 patients received orthopedic arch support (shoe inlays) as first therapy method.

Most of the patients were irradiated using regular lateral opposing fields with photons of the energy 4 MV and 6 MV of a linear accelerator, applying a total dose of 6Gy in 6 fractions to 1,0Gy twice weekly. Only one patient was irradiated using a Co⁶⁰ machine.

The acquisition of data regarding the effect was performed on the last day of the radiotherapy and in 3 to 6 monthly follow ups. Additionally the doctors who attended the patients beyond the radiotherapy received a special questionnaire about the pain reduction, so that the follow up data could be completed.

Results:

On the last day of radiotherapy 120/188 patients (63,8%) reported an improvement of pain reduction, 7/188 patients (3,7%) absence of pain. For 52/188 patients (27.6 %) pain remained constant.

At the second follow up examination after in the median 100 days the effect of radiotherapy of 165 patients could be evaluated, 43/165 patients (26 %) were pain free, 79/165 patients (47,8 %) reported an obvious pain reduction, and for 33/165 patients there was no pain improvement.

At the third follow up examination after in median 503 days there were data of 94 patients that could be used for our study, 22/94 patients (23,4 %) felt a pain reduction and 56/94 patients (59,5 %) were completely painless.

At the fourth follow up examination after in median of 1170 days patient database included 37 statements about pain. For 4/37 patients (10,8%) there was a pain reduction and for 32/37 patients (86,4 %) an absence of pain.

After in median of 1590 days the fifth follow up took place, this showed statements of 84 patients about their pain. For 72/84 patients (85,7 %) radiotherapy achieved a complete absence of pain, an obvious improvement with 9/84 patients (10,7 %). Only 3/84 patients (3,5 %) described a steady pain symptomatology.

All these results for pain reduction of 182 patients were achieved nearly without side effects, only 5 patients reported a light flush in the irradiated area.

Conclusion:

The radiotherapy of the painful heel spur appears highly effective, long-lasting and side-effect-free regarding to pain relief. The effect occurs often several months after radiotherapy, as far as it can be evaluated in this retrospective setting based on partially incomplete follow up data. We could not identify any prognostic factors.

Einleitung:

II.1. Allgemeine Einleitung

Definition:

Im Jahre 1900 prägte Plettner den Begriff des „Calcaneusspornes“. Seine radiologischen Beobachtungen über Knochenvorsprünge an der plantaren Fläche des Calcaneus, im Bereich des Ansatzes des Plantaraponeurose und der Fußsohlenmuskulatur, wurden in diesem Artikel zusammengefasst **(32)**.

Fersensporne stellen sich als stiftartige Knochenveränderungen an der hinteren und unteren Kontur des Calcaneus dar, diese können bis zu 4-6 mm lang sein und dem Calcaneus breitbasig aufsitzen. Die reaktive Knochenbildung erfolgt aufgrund regressiver Vorgänge im Rahmen einer Insertionstendinopathie. Ursachen finden sich in Mikrotraumen, v.a. im Rahmen chronischer Über-oder Fehlbelastungen, Fußfehlformen mit flachstehendem Calcaneus oder Übergewicht. Die Inzidenz des Fersenspornes schwankt zwischen 8 und 88 % **(14, 30, 39, 43, 44)**.

Epidemiologie

- 10% der Bevölkerung (jedoch häufig keine Beschwerden) **(5)**
- Frauen häufiger als Männer **(56)**
- Durchschnittsalter > 40. Lebensjahr. **(27, 28)**

Ätiologie:

Die Ätiologie des Fersensporns scheint laut Scott C. multifaktoriell bedingt zu sein, jedoch konnte die mechanische Überlastung als Hauptursache genannt werden. Dabei unterscheidet Scott C. intrinsische von extrinsische Faktoren. Hier gehören Fußdeformitäten, Alter, BMI zu den intrinsischen Faktoren und Schuhwerk, Aktivitätsniveau, Trauma zu den extrinsischen Faktoren. Genau wie bei der Tendinopathie ist der deutliche Kollagenabbau für den Fersensporn charakteristisch **(42)** . Die Ursache der Fersenspornentwicklung beruht in einer erhöhten Druck- und Zugbelastung der Sehnenansätze am Fersenbeinkörper. Durch diesen Reiz werden Umbauprozesse in den Sehnenfasern im Gang gesetzt, die zu einer Knochenneubildung führen. Somit kann diese Druckbelastung eine Entzündungsreaktion des umgebenden Gewebes zur Folge haben. **(Dr. Marc Jungermann, Orthopädische Klinik Kassel, www.dr-gumpert.de).** Pathophysiologisch kann sich ein Fersensporn auch aus einer exzessiven Überdehnung der Plantarfaszie entwickeln, denn diese führt zu kleinen Mikrotraumen an der Insertionsstelle der Plantaraponeurose. Falls die Mikrotraumen sich wiederholen, kann dies eine chronische Entzündung und Degeneration der Plantaraponeurosefasern zur Folge haben **(28)**.

Jedoch ist die Ätiologie bis heute umstritten, viele sehen den Fersensporn als Reizantwort bei chronischer Fehlbelastung, Überbelastung oder Fußfehlstellung **(43)**.

- Fehlstellungen (Spreizfuß, Senkfuß) **(43), (27)**
- starke Fußbelastungen (Beruf, Sport) **(43), (27)**
- Übergewicht (Body-Mass-Index größer 30) **(43), (36), (27)**

Mögliche Pathomechanismen:

Aufgrund der Mehrbelastung entsteht ein chronischer Schaden am Ansatz der Plantaraponeurose und der kleinen Fußmuskeln, dieser hat eine verminderte Elastizität des Knorpels zur Folge. In den Lücken, die im geschädigten Knorpel entstehen, dringen mesenchymale Zellen ein, die später das Narbengewebe formen. Mit der Zeit verknöchert dieses Narbengewebe und es entsteht die typische Knochenneubildung am Sehnenansatz **(27)**. Besonders Fußdeformitäten wie Pes planus ergeben einen abgesenktes Längsgewölbe, dies scheint eine exzessive Zugspannung in der Plantarfaszie zu verursachen, die Mikrotraumen und chronische Entzündung als Folge haben. Im Gegensatz zu den klinischen Gesichtspunkten, beobachtet man histologisch kaum eine Entzündungsreaktion beim chronischem Fersensporn. Ähnlich scheint es mit der Rolle des Längsgewölbe als Ursache des Fersensporns zu sein, dies scheint mehrdeutig trotz der vielen Beweise, die eine Verbindung zwischen Gewölbefunktion und Fersensporn aufzeigen. Auch freie Radikale, Überwärmung und genetische Faktoren scheinen mit der degenerativen Veränderung im Zusammenhang zu stehen, jedoch werden weitere Studien benötigt, um die Wichtigkeit solcher Faktoren in der Entstehung von einer Plantarfasziitis zu versichern **(42)**.

In der DEGRO-AG Studie 2007 wird beschrieben, dass der plantare Fersensporn den Zug- und Druckbelastungen des Calcaneus in den Ansatz der Plantaraponeurose einwächst. Die folgende Knochenspornbildung, die nichtentzündlich ist, verläuft gleichmäßig und langsam. Die dadurch entstehende Fibroostose zeigt eine zarte Kortikalis und eine regelmäßige Spongiosa auf. Denn wenn im Knochenmark entzündliche Vorgänge auftreten, vor allem nahe der faserknorpeligen Insertionszone im Knochenmark, wird das Trabekelgerüst in der Insertionsumgebung umgebaut und es kommt somit zu einer intraossären Knochenbildung und wahrscheinlich auch zu Knochenabbau (Insertionserosion). Histopathologisch findet man hier Kollagennekrosen, degenerative Veränderungen und angiofibroplastische Proliferationen als Korrelat der Plantarfasziitis **(30, 40)**.

Seegenschmiedt beschreibt 2008 als Angriffspunkt der Strahlentherapie die Entzündung der Plantaraponeurose, diese erfolgt schon in der frühen Phase der Inflammation gleichzeitig zu der Gefäßdilatation, Ödembildung und Leukozyteninvasion des betroffenen Areals. Man beobachtet nach Bestrahlung eine Beschleunigung der Leukozyteninvasion und deren Freigabe. Dieses Phänomen erklärt somit die akute Verschlechterung kurz nach Bestrahlung, bevor die Ödembildung beginnt und die Schmerzen nachlassen **(45)**.

Klinische Symptomatik:

In den meisten Fällen ist der Fersensporn asymptomatisch. Patienten berichten oft über stichartige Belastungsschmerzen unterhalb der Ferse, die in 16 % der Fälle über Wochen bis Monaten zunehmen. Schmerzausstrahlung in den Unterschenkel oder Fuß sind nicht selten, die Betroffenen unterscheiden hier Ruhe- von Belastungsschmerzen **(30)**.

Diagnostik:

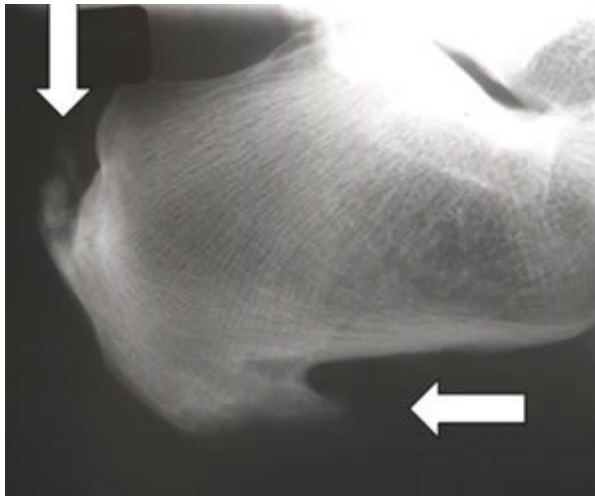
Auch bei diesem Krankheitsbild ist eine gute Anamnese von großer Bedeutung. Hierbei sollte die Schmerzsymptomatik und ihr genauer Auftrittszeitpunkt eruiert werden. Viele der Patienten beschreiben zunächst einen Anlaufschmerz, v. a. nach dem Schlafen oder langem Sitzen. Angaben zu Sportarten wie Laufen oder zu vorausgegangenen Fußverletzungen werden als wichtig angesehen **(28)**. Bei der klinischen Untersuchung kann der Untersucher einen Druckschmerz am medialen distalen Rand des Tubers calcanei auslösen. Im chronischen Stadium muss man jedoch die degenerativen fibroostischen Veränderungen, die zu einer Plantarfasziitis führen, differentialdiagnostisch von entzündlichen Veränderungen (z. B. seronegative Arthritis) unterscheiden **(40)**.

Nach der klinischen Diagnostik spielt die konventionelle Röntgendiagnostik hier eine große Rolle. Röntgenaufnahmen stellen im seitlichen Strahlengang eine spornartige Knochenausziehung am Tuberculum mediale calcanei dar. Diese entspricht einem Zugosteophyten im Ansatzbereich der Plantaraponeurose. Man muss beachten, dass keine Korrelation zwischen Größe und Schmerzhaftigkeit des Fersenspornes besteht. Als radiologische Zeichen sind zu beurteilen: Sklerosierung, Verbreiterung des Fersen-Fettpolsters und Periostverdickung am Tuber Calcanei. Hier zeigt sich die Röntgendiagnostik als sehr hilfreich um unklare chronische Beschwerden dem Fersensporn als möglicher Ursache zuzuschreiben bzw. andere knöcherne Veränderungen auszuschließen (28, 30). Somit ist die konventionelle Röntgenaufnahme Standard in der Diagnostik des plantaren Fersenbeinspornes. (30) .

Abbildung 2. Der häufigere "Untere (plantare) FS" ist eine Verknöcherung im Ansatzbereich der kleinen Fußmuskeln an der Unterseite des Fersenbeins (Fußsohle).



Abbildung 3. Der seltenere "Obere (dorsale) / hintere FS" ist eine Verknöcherung am Fersenbeinansatz der Achillessehne.



Quelle der Abbildungen:

Abb. 2: Klassifikation nach ICD-10(ICD-10 online (WHO-Version 2006))
(<http://de.academic.ru/pictures/dewiki/70/Fsporn-plantar.jpg>)

Abb. 3. Röntgentiefentherapie Klinik und Hochschulambulanz für Radioonkologie und Strahlentherapie, Campus Benjamin Franklin, Charité
(http://www.charite.de/radioonkologie/de/38_schwerpunkte.html)

Weiterführende bildgebende Diagnostik:

Die Sonographie dient bei dieser Erkrankung zur Beurteilung der Weichteilstrukturen. Gerade im akuten Stadium stellt sich die ödematöse Schwellung der Plantaraponeurose durch verminderte Echogenität dar. Bei der Fibroostose ist das Szintigramm negativ. Jedoch lassen sich pathologische Anreicherungen an der Insertionsstelle der Plantaraponeurose am Calcaneus nachweisen, wenn es zu einer Plantarfasciitis kommt und das, obwohl das konventionelle Röntgenbild unauffällig ist. Somit kann man sagen, dass die Szintigraphie sich für den Nachweis der Befundbesserung durch die Abnahme der Aktivität im Krankheitsverlauf eignet **(30)** . Die höchste Sensitivität im akuten Stadium der Faszitis weist die Szintigraphie auf. Die Kernspintomographie kann sowohl im akuten als auch im chronischen Stadium

der Plantarfasziitis als weiterführende Diagnostik geeignet sein. Die Gründe dafür liegen in ihrer überlegenen Weichteilkontraste und in guter anatomischer Auflösung bei gleichzeitig hoher Sensitivität und Spezifität. Die normale Dicke der hypointense Faszie beträgt 3 mm, pathologisch verdickt sich diese auf 7 bis 8 mm und es folgt eine Hyperintensität in der T 2 Gewichtung. Im prätherapeutischen MRT erweist sich ein calcaneares Knochenmarködem als guter Prognoseparameter für das klinische Ansprechen der extracorporalen Schockwellentherapie (ESWT) (24).

Radiotherapie:

Die Anwendung der Radiotherapie bei dem beschriebenen Krankheitsbild hat schon eine lange Tradition in Deutschland und in Zentraleuropa. Richarz behandelte 1924 die ersten 5 Patienten mit der Radiotherapie. Mitrov und Harbov folgten 1967 mit einer größerer Studie, die 1520 Patienten zusammenfasste. Die Resonanz lag im Median bei etwa 80 %. Da nur ein paar Studien ein prospektives Design aufzeigen (15), müssen weiterhin randomisierte klinische Studien erfolgen, um die nützliche Indikation für die angewendete Strahlentherapie zu bestätigen (28).

Ziel der Therapie bei diesem Krankheitsbild ist die Schmerzlinderung und Besserung der Beweglichkeit durch Behandlung der plantaren Fasciitis mit geringen Strahlendosen. Der Fersensporn selbst ist nicht radiotherapeutisch beeinflussbar. Die Strahlentherapie wird im deutschsprachigen Raum in zahlreichen Varianten durchgeführt.

Am wenigsten aufwändig ist die Behandlung mittels eines Orthovoltgerätes und eines plantaren Stehfeldes, während die Mehrzahl der Radioonkologen Photonen eines Linearbeschleunigers der Energie 4 - 6 MV mit seitlich opponierenden Stehfeldern verwenden (27, 28).

In der National Pattern of Care Study von Micke und Seegenschmiedt verglich man die Anwendungsmöglichkeiten der Strahlentherapie bei mehr als 20.000 Patienten pro Jahr aus 146 deutsche Institutionen, 36 davon waren Universitätskliniken, 81 Regionalkrankenhäuser und 29 Privatkliniken. Jedoch hatten 10 Institutionen gar keine Erfahrung mit Strahlentherapie im Bereich des Fersensporns, somit basierte die Studie auf 136 Institutionen. 53,7 % benutzten den Linearbeschleuniger, 38,2 % das Orthovoltgerät und 5,1 % Kobalt-60. Hierbei wurden verschiedene Fraktionierungs- und Dosierungskonzepte angewendet, die Gesamtdosis betrug zwischen 2,5 bis 18,75 Gy (Median 6 Gy), die Einmaldosis betrug zwischen 0,3 bis 1,5 Gy (Median 1,0 Gy). Insgesamt 40 Kliniken wendeten als Einzeldosis 0,5 Gy an; 67 Kliniken 1,0 Gy. Die meisten führten 2- 3 mal wöchentlich eine Bestrahlung durch (44, 9 % 2 mal, 37, 5 % 3 mal). Der gemeldete Follow up betrug in dieser Studie ein Median von 28 Monaten (3 bis 335 Monate). Im Median berichteten 70 % der Patienten seit mehr als 3 Monaten über eine vollständige Schmerzfremheit, 65 % eine seit mehr als 12 Monaten. Bei 15 % der behandelten Patienten zeigte sich keine Schmerzbesserung. In etwa 19 % der Fälle war eine zweite Bestrahlung nötig, um die Schmerzfremheit zu erreichen und bei etwa 3 % sogar eine dritte Radiotherapie. Alle Institutionen berichteten über nebenwirkungslose Behandlung mittels Bestrahlung bei einem Maximum Follow up von fast 28 Jahren **(27)**.

Die Strahlentherapie wird oft von anderen Fachgebieten als ultima ratio angesehen, obwohl viele Studien die gute Wirksamkeit bei dieser und anderen degenerativ-entzündlichen Erkrankungen belegen **(2, 4, 21, 25, 34, 38, 39, 53, 55, 56)**. Die Besserungsrate der Beschwerden kann 65 - 90 % erreichen **(2, 21, 25, 39, 53)**.

Alternative Behandlungsmethoden:

Zahlreich alternative Maßnahmen sind in dem Fall möglich und zielführend z.B. Wärme, orthopädische Einlagen, Nachtlagerungsschiene, Radiofrequenztherapie, Laserbehandlung, extrakorporale Stosswellentherapie usw. Die bevorzugten Maßnahmen jedoch sind lokale Injektionen mit Corticosteroiden oder Lokalanästhetika und systematische Medikamente (NSAID) **(43, 44)**. Diese lokalen Steroidinjektionen haben jedoch als Komplikation die mögliche Ruptur der Plantaraponeurose**(1)**. Mit Hilfe der Iontophorese kann man die Steroide komplikationsärmer applizieren. Gudeman et al. (1997) zeigten, dass Iontophorese mit Dexamethason bessere Resultate ergibt als Iontophorese mit Kochsalzlösung **(9)**. Wie schon oben erwähnt erweist sich ein calcaneares Knochenmarködem im prätherapeutischen MRT als ein guter Prognoseparameter für das Ansprechen der extrakorporalen Stoßwellentherapie **(24)**, diese Behandlung erreicht eine dauerhafte Schmerzfreiheit von bis zu 68% **(47)**.

Bei Versagen der konservativen Therapie frühestens 9-12 Monate nach der konservativen Therapie greift man oft zu operativen Maßnahmen wie z.B. der plantaren Fasziotomie oder Exostosektomie des Sporns. Bei einer groß angelegten Studie wurden nur 3% von 870 Patienten operiert **(37)**. Heider berichtete über 26 gute bis sehr gute Ergebnisse von 28 operierten Füßen, v.a. eine frühe Belastbarkeit und Schmerzfreiheit **(12)**. Nach operativer Therapie des Fersenbeinspornes kann man Komplikationen wie Calcaneus- Frakturen beobachten **(20)**. Gute Resultate dagegen wurde durch die endoskopische Methode erzielt **(54)**, aber auch da gibt es Einzelfälle von negativen biomechanischen Folgen **(46)**.

Man findet auch gute Ergebnisse bei der Anwendung der ESWT. Dies beschreibt eine Studie von Hammer, Adam, Kreutz, Rupp und Kohn, in der 22 Patienten mit einem unilateralen proximalen plantaren Fersensporn und einer 6 monatigen Anamnesedauer nach erfolglosen konservativen Therapiemaßnahmen mit ESWT behandelt wurden (3x 3000 schock waves/session of 0.2 mJ/mm²). Dabei war die kontralaterale Plantarfaszie die Kontrollgruppe. Hierbei wurden die Schmerzsymptomatik auf der VAS (visual analogue scale) und die schmerzlose

Gehzeit dokumentiert. Laut der VAS war die Schmerzsymptomatik bei 79% der Patienten rückläufig, die schmerzlose Gehzeit stieg an ($p < 0,01$) und die Dicke der Plantarfaszie nahm nach der Behandlung mit ESWT ab **(10)**.

Eine weitere Studie von Kohn verglich die Wirkung der ESWT Therapie mit der konservativen Therapie (NSAR, Einlagen, lokale Injektionen und Elektrotherapie). Man randomisierte 49 Füße in 2 Gruppen. Gruppe 1 (25 Fersen) begann sofort mit 3 Sitzungen ESWT (300 schockwaves/session of 0.2 mJ/mm²) in wöchentlichen Abständen. In Gruppe 2, bestehend aus 24 Fersen, wurde die konservative Behandlung (NSAR, Iontophorese mit Diclofenac) 12 Wochen fortgesetzt und erst danach mit der Stoßwellentherapie wie in Gruppe 1 begonnen. Nach 3 Monaten war kein signifikanter Unterschied der Schmerzsymptomatik gegenüber der Gruppe 1 zu beobachten, jedoch konnte man nach 6 Monaten nach ESWT Behandlung einen Anstieg von 64 % auf 88% Patienten beobachten, die nun eine verbesserte Schmerzsymptomatik angaben. Die schmerzlose Gehzeit stieg bei beiden Gruppen an **(11)**.

Auch die operative Maßnahme zeigt sich als erfolgreiche Behandlungsmethode beim Krankheitsbild Fersensporn. Bei einer Studie von Urovitz 2008 wurden über einen Zeitraum von 10 Jahren 55 Patienten mit einer minimalen Anamnesedauer von 12 Monaten endoskopisch behandelt. Der mittlere Follow up war 18 Monate. 10 von den 55 Patienten beschrieben, keinen Unterschied in der Schmerzsymptomatik zu verspüren, 2 Komplikationen traten als oberflächige Wundinfekte auf, diese konnten unter Cloxacillin problemlos therapiert werden. Die endoskopische Operationsmethode zeigt gegenüber der offenen invasiven Methode viele Vorteile, wie kürzere Operationsdauer, schnelle Belastungsmöglichkeit und weniger operative Komplikationen. Im Großen und Ganzen zeigten sich vorteilhafte Ergebnisse bei über 80 % der Patienten. **(51)**.

II.2. Eigene Fragestellung:

Das Ziel der hier vorliegenden Arbeit war die retrospektive Auswertung der therapeutischen Wirksamkeit der Strahlentherapie bei der Behandlung des schmerzhaften Fersensporns.

Das primäre Ziel der Strahlentherapie ist die Reduktion der Schmerzhaftigkeit und der damit einhergehenden Verringerung der schmerzbedingten Bewegungseinschränkung.

Diese retrospektive Auswertung des strahlentherapeutischen Therapieansatzes des schmerzhaften Fersensporns ist im Hinblick auf den zu erwartenden Therapieerfolg unter Berücksichtigung der damit einhergehenden Nebenwirkungen von großem Interesse.

III. Material und Methoden

III.1. Krankengut

In den Jahren von 1994 bis 2009 wurden in der Klinik der Strahlentherapie und Radioonkologie des Universitätsklinikums des Saarlandes 188 Patienten mit schmerzhaftem therapieresistentem Fersensporn strahlentherapeutisch behandelt. Berücksichtigt wurden nur Patienten, die zu mindestens einer Nachsorgeuntersuchung erschienen waren.

Die Indikation zur Strahlentherapie wurde anamnestisch/klinisch bei typischer Schmerzsymptomatik und Druckschmerz an typischer Stelle gestellt, eine weitere Voraussetzung war das Vorliegen einer seitlichen Röntgenaufnahme des Calcaneus mit Nachweis eines Fersensporns. Bei einer Anamnesedauer von weniger als 2- 3 Monaten wurde die Indikation nicht gestellt.

III.2. Alter und Geschlecht

Das mittlere Alter betrug 56,9 bei einer Spannweite von 32,9 bis 80,3 Jahren. Die Mehrheit der Erkrankten war im Alter zwischen 60 und 69 Jahren 60/188 (31,9%). Es wurden 144 weibliche und 44 männliche Patienten behandelt. Somit beträgt das Verhältnis weiblicher zu männlichen Patienten 3,27 zu 1.

Tabelle 1: Altersverteilung

Alter	Absolut	Relativ
< 40	6	3.2 %
40-49	45	24 %
50-59	58	30,8 %
60-69	60	32 %
> 70	19	10 %

Tabelle 2: Verteilung des Geschlechts

	Prozentanteil	Patientenanzahl
Weiblich	76,5 %	144
Männlich	24,5 %	44
Ingesamt	100%	188

III.3. Schmerzcharakteristik

Die folgenden Tabellen zeigen die Häufigkeit und Art des Schmerzes, die Ausstrahlung und die Lokalisation.

Tabelle 3: Schmerz, Belastungs-und Ruheschmerz

	Ja	Nein	insgesamt
Schmerz	188 (100%)	0 (0%)	188

Belastungsschmerz	74,5 %	140
Ruheschmerz	0,5 %	1
Beides	22,9 %	43
unbekannt	2,1%	4
Insgesamt	100%	188

Tabelle 4: Verteilung der Schmerzausstrahlung

Keine Ausstrahlung	72 %
Fußsohle	14 %
Wade	14 %

Tabelle 5: Seite und Lokalisation

Rechts	92
Links	96
insgesamt	188

Plantar	155
Dorsal	33
Insgesamt	188

III.4. Anamnesedauer

Die Verteilung der von den Patienten anamnestisch erhobenen Symptombdauer vor der Strahlentherapie ist in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Die Verteilung Anamnesedauer

< 3 Monate	15,9 %	30
4-6 Monate	43,1 %	81
7-12 Monate	28,3 %	53
> 12 Monate	12,7 %	24
Patientenanzahl	100%	188

III.5. Vorbehandlung

Die Mehrheit der Patienten, (ca. 64.8%) war konservativ vorbehandelt worden, diese nahm als Erstbehandlung die Therapie in Form von Einlagen wahr. 39.3% der Patienten wurden mit Cortison therapiert, die am häufigsten angewandte Applikationsform war die lokale Cortison Infiltration mit 23,9 %.

Tabelle 7: Vorbehandlung

	Ja
Einlagen	64.8 %
Vormedikation	47,3 %
Cortison	39,3 %
Physikalische Therapie:	
- (unbekannt)	6,3 %
- Kälte/Wärme	7,9 %
- Stoßwellentherapie	4,2 %
- Ultraschall	3,7 %
- Reizstrom	1,6 %
Vorbestrahlung	25%

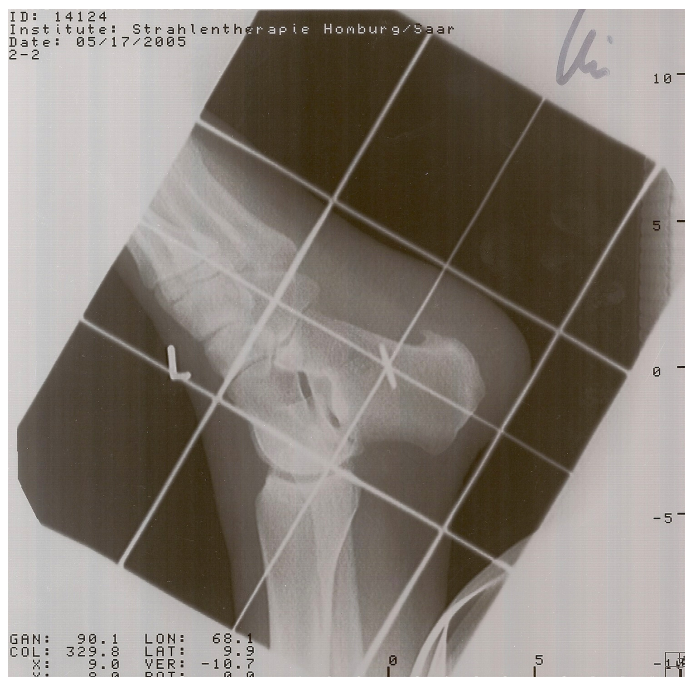
III.6. Strahlentherapie

Zur Planung der Strahlentherapie wurde in den ersten Jahren eine Therapiesimulation durchgeführt. Dazu wurde der Patient auf dem Rücken gelagert, die Füße so, dass eine seitliche Behandlung ohne Belastung des kontralateralen Fußes möglich war. Zur Feldfestlegung dienten eine beidseits

laterale Durchleuchtung und die Anfertigung entsprechender Röntgenaufnahmen (siehe Abb. 1.)

Mittlerweile wird zur Vereinfachung des Vorgehens die Ferse bereits bei der Vorstellung in der Ambulanz klinisch vermessen. Die überwiegende Mehrzahl der Patienten kann mit einem Feld der Größe $8 \times 12 \text{ cm}^2$ gut und sicher behandelt werden. Dem Physiker wird zur Berechnung der Dosisverteilung die Feldgröße und der individuelle Durchmesser der Ferse mitgeteilt.

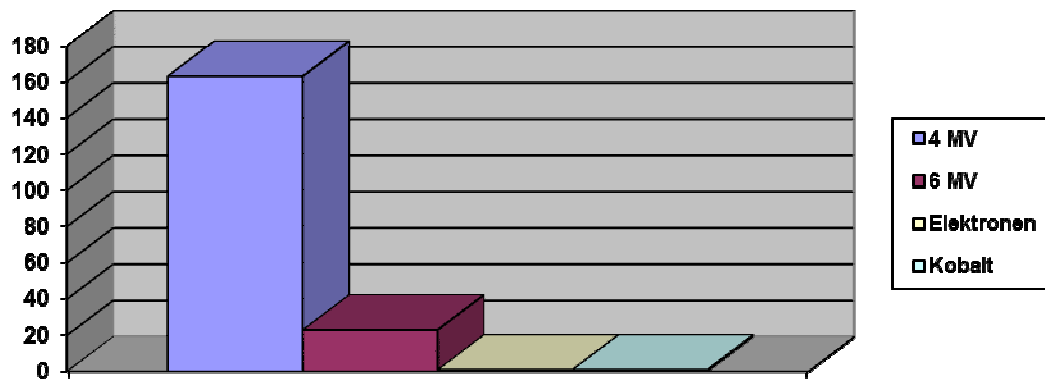
Abbildung 4. Simulaturaufnahme



Quelle der Abbildung

Abb. 4: Simulaturaufnahme des Patienten mit der ID 14124 aus unserem Kollektiv; Aufnahme datum: 17.05.2005

Diagramm 1: Strahlenart



Die Fraktionierung dieser Bestrahlung liegt bei zweimal pro Woche mit ERD von 1,0 Gy.

Diese Einzelreferenzdosis von 1,0 Gy lag bei allen Patienten dieser Studie vor.

Auch bei der applizierten Gesamtreferenzdosis zeigten sich keine Abweichungen von der Gesamtdosis 6,0 Gy in der Patientengruppe.

III.7. Follow up:

188 Patienten des Gesamtkollektivs kamen zumindest zu dem ersten Nachsorgetermin unmittelbar nach der Bestrahlungstherapie. 165 Patienten nahmen den zweiten Nachsorgetermin im Median nach 100 d wahr. 94 Patienten stellten sich bei der dritten Nachsorge im Median 12 Monate nach Bestrahlungstherapie vor. Bei dem vierten Nachsorgetermin, der im Median nach 18 Monate nach Ende der Bestrahlung stattfand, haben sich nur noch 37 Patienten zu ihrer Schmerzsymptomatik geäußert. Am Ende der Studie im Frühjahr 2009 konnte man 84 Patientenangaben zur Schmerzreduktion verwenden.

III.8. Verarbeitung der Daten:

Die für diese Studie notwendigen Daten wurden aus den Krankenunterlagen der Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie entnommen. Bei teilweise unvollständigen Nachsorgedaten wurde zusätzlich Patienten und behandelnde Ärzte angeschrieben und mittels eines Fragebogens um ihre Einschätzung hinsichtlich der Wirkung und eventueller Nebenwirkungen dieser Strahlentherapie gebeten. Sämtliche Daten wurden in das Datenbanksystem MEDLOG der Firma Parox, Münster, eingegeben. In diesem Programmpaket wurden auch absolute und relative Häufigkeiten der einzelnen Parameter berechnet und versucht, univariat (Spearman's rho und Kendall's tau-Tests) und multivariat (Cox regression hazard model) signifikante prognostische Faktoren für die Schmerzlinderung herauszufinden.

IV. Ergebnisse:

Um die Effektivität der Strahlentherapie einschätzen zu können, musste man eine Einteilung zur Verbesserung der Beschwerden entwickeln. Ein Modell zur subjektiven Beurteilung der Strahlentherapie-Wirkung erstellte Günter von Pannewitz 1933. Diese subjektive Beurteilung bezog sich auf Schmerz und Beweglichkeit im alltäglichen Ablauf. Günter von Pannewitz definierte die Einteilungen in beschwerdefrei, deutlich gebessert = ab und zu auftretende Beschwerden ohne Beeinträchtigung des Alltags, gebessert = deutlicher Rückgang der Beschwerden auf ein erträgliches Maß, aber noch vorhanden und verschlechtert (52).

Da einige Patienten nicht mehr oder nur unregelmäßig zur Nachsorge erschienen, wurde sie selbst sowie ihre überweisenden Ärzte angeschrieben und über die aktuelle Symptomatik mit Hilfe eines speziell ausgearbeiteten Fragebogens befragt. Die so erhaltenen zusätzlichen Daten wurden ebenfalls in unsere Datenbank aufgenommen.

Die Strahlentherapie bei Fersensporn wird immer noch als ultima ratio von verschiedenen Fachrichtungen angesehen und das, obwohl genügend andere Studien das Gegenteil beweisen konnten, im Rahmen von anderen degenerativen- entzündlichen Erkrankungen (2, 4, 21, 25, 29, 34, 38, 39, 53, 55, 56). Eine Besserung von Beschwerden konnte in 65- 90% der Fälle beobachtet werden. Jedoch wird diese Besserung der Schmerzsymptomatik durch die Wirksamkeit der Bestrahlung mittels der Doppelblindstudie von Goldie et al. in Frage gestellt. Hier steht der Placeboeffekt im Vordergrund (8). Aber diese Studie wies methodische Mängel auf, da die Therapie im akuten Stadium, ohne eine Spontanremission abzuwarten, erfolgt. Viele andere Studien belegen dagegen die erfolgreiche Effizienz der Wirksamkeit der Radiatio bei chronischen Schmerzen nach erfolgloser Vorbehandlung, z.T. prospektiv- randomisierte Studien (43, 14).

IV.1 Ergebnisse bezüglich des Schmerzverlaufes

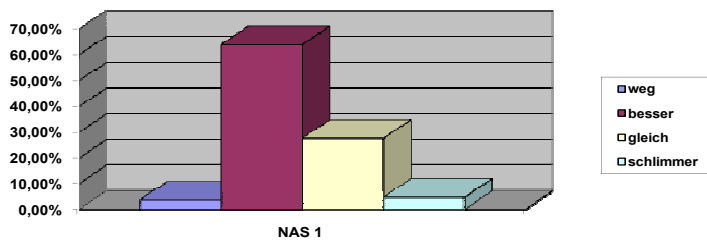
IV.1.1 Schmerzverlauf am Ende der Strahlentherapie

Die folgende Abbildung zeigt den Schmerzverlauf von 188 Patienten, deren Angaben sehr verlässlich waren, da sie unmittelbar nach Therapieende befragt wurden. Bei 63,8 % ist bereits nach Ende der Bestrahlung eine Besserung der Schmerzsymptomatik eingetreten. Bei 3,7 % sogar war der Schmerz völlig weg. Anhand der Abbildung über den Schmerzverlauf in NAS 1 lässt sich die Besserung der Schmerzsymptomatik als der größte Patientenanteil darstellen.

Tabelle 8. Schmerzverlauf bei NAS 1 = Nachsorgetermin unmittelbar nach Therapieende

NAS 1	Absolut	Relativ
schlimmer	9	4,7 %
gleich	52	27,6 %
besser/ deut. Besserung	120	64,0 %
weg	7	3,7 %
unbekannt	-	0 %
insgesamt	188	100%

Diagramm 2: Schmerzverlauf in der NAS 1



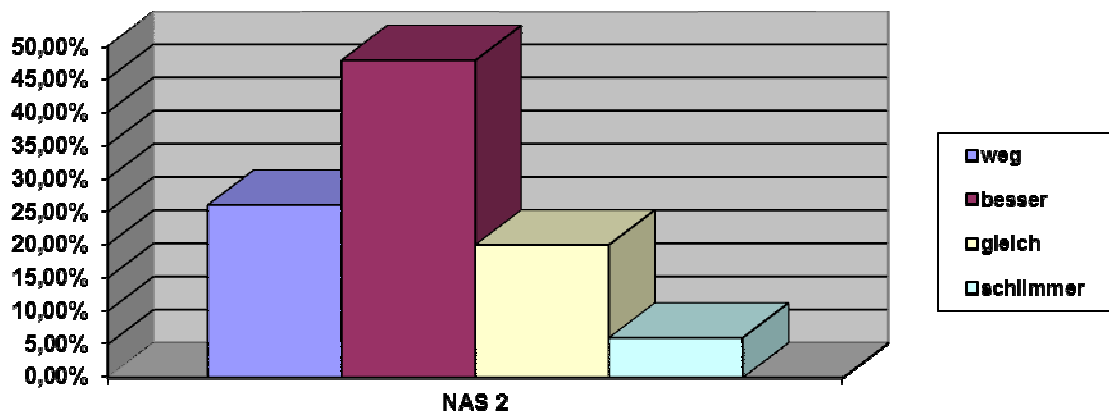
IV.1.2 Schmerzverlauf im Median 100 d nach Strahlentherapie

Hier sind nur noch Angaben von 165 Patienten, deren Schmerzverlauf nach 3 Monaten dokumentiert werden konnten. Bei 47,8 % dieser Patienten ist bereits nach dieser Zeit eine Besserung der Schmerzsymptomatik aufgetreten. Obwohl der größte Patientenanteil eine Besserung der Schmerzsymptomatik angibt, kann eine Zunahme der Schmerzfreiheit von 26 % beobachtet werden.

Tabelle 9 Schmerzverlauf bei NAS 2 = Nachsorgetermin im Median 100 d nach Therapieende

NAS 2	Absolut	Relativ
schlimmer	10	6,0 %
gleich	33	20,0 %
besser/ deut. Besserung	79	48 %
weg	43	26,0 %
insgesamt	165	100%

Diagramm 3: Schmerzverlauf in der NAS 2



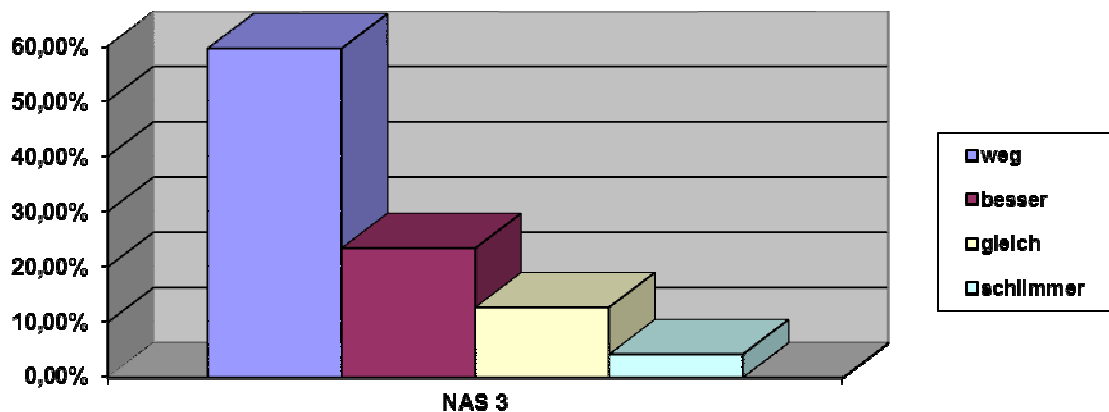
IV.1.3 Schmerzverlauf im Median 12 Monate nach Strahlentherapie

Verlässliche Angaben zur Schmerzsymptomatik im Median 12 Monate nach Ende der Strahlentherapie erhielten wir nur noch von 94 Patienten, davon waren 59,5 % beschwerdefrei. Hier überwiegt die Schmerzfreiheit gegenüber der Besserung der Schmerzsymptomatik.

Tabelle 10. Schmerzverlauf bei NAS 3 = Nachsorgetermin 12 Monate nach Therapieende

NAS 3	Absolut	Relativ
schlimmer	4	4 %
gleich	12	13 %
besser/ deut. Besserung	22	23 %
weg	56	60 %
insgesamt	94	100%

Diagramm 4: Schmerzverlauf in der NAS 3



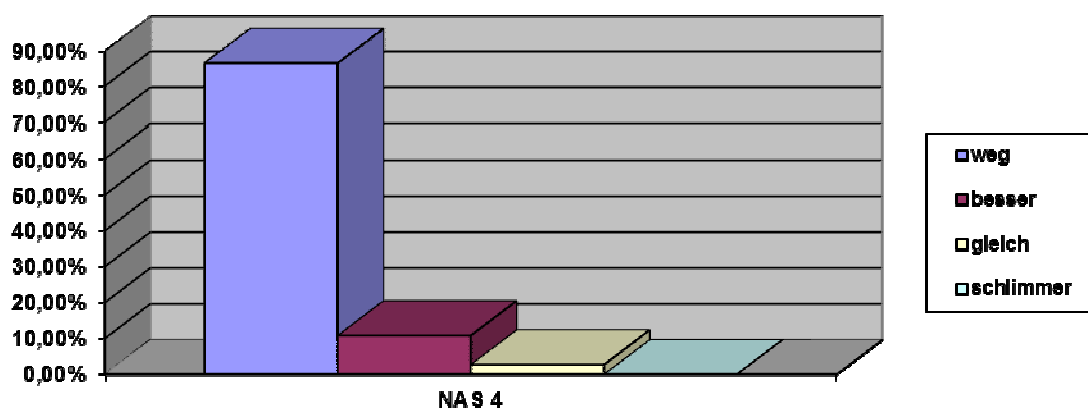
IV.1.4 Schmerzverlauf im Median 18 Monaten nach Strahlentherapie

In der vierten Nachsorgeuntersuchung im Median 18 Monaten nach Bestrahlungsende erhielten wir nur 37 verlässliche Patientenangaben zur Schmerzsymptomatik, davon waren 86,4 % beschwerdefrei und nur 2,7 % der Patienten berichteten über gleiche Schmerzen wie vor der Bestrahlung.

Tabelle 11. Schmerzverlauf bei NAS 4 = Nachsorgetermin 18 Monate nach Therapieende

NAS 4	Absolut	Relativ
schlimmer	-	0 %
gleich	1	3 %
besser/ deut. Besserung	4	11 %
weg	32	86 %
insgesamt	37	100%

Diagramm 5: Schmerzverlauf in der NAS 4



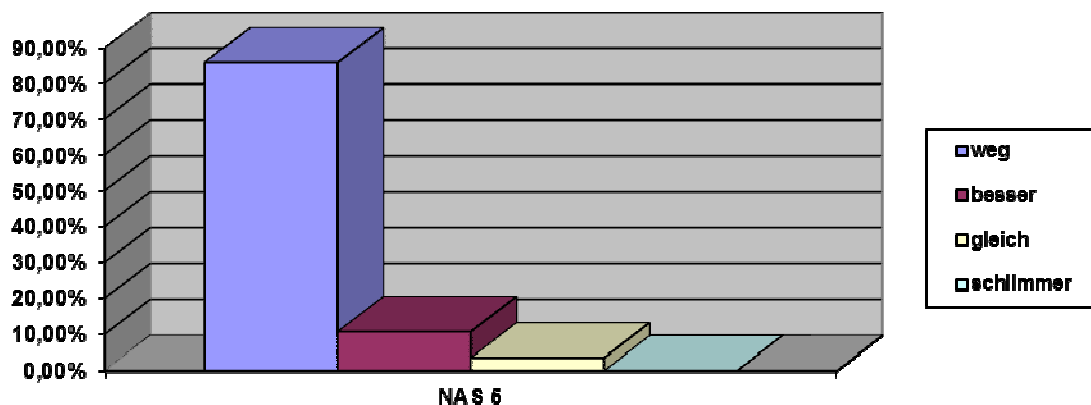
IV.1.5 Schmerzverlauf am Ende der Studie Frühjahr 2009

84 Angaben von Patienten erhielten wir in der letzten Nachsorgeuntersuchung im Frühjahr 2009, diese wurden vor allem angeschrieben. Davon waren 85,7 % immer noch beschwerdefrei.

Tabelle 12. Schmerzverlauf bei NAS 5 = Nachsorgetermin am Ende der Studie Frühjahr 2009

NAS 5	Absolut	Relativ
schlimmer	-	0 %
gleich	3	3 %
besser/ deut. Besserung	9	11 %
weg	72	86 %
insgesamt	84	100%

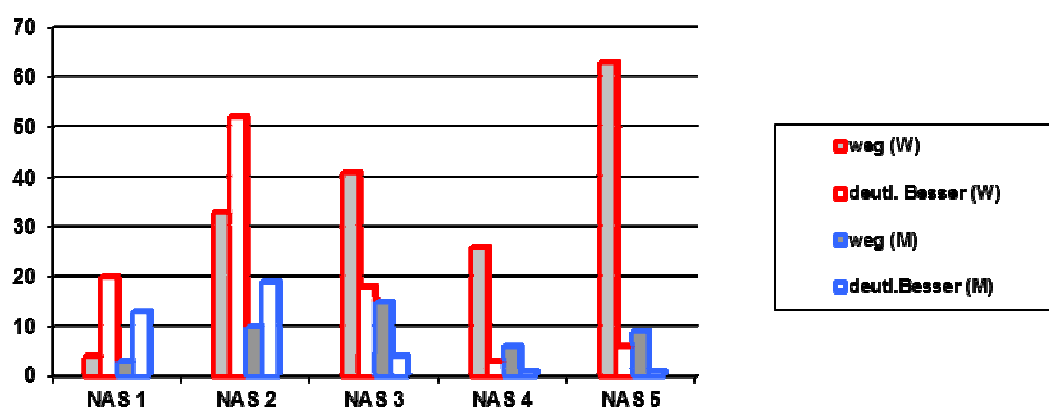
Diagramm 6: Schmerzverlauf in der NAS 5



IV. 2 Schmerzverlauf nach Geschlecht

Von insgesamt 188 Patienten waren 144 weiblich und 44 männlich. Die folgende Abbildung zeigt den Schmerzverlauf bei dem weiblichen und männlichen Patientenanteil.

Diagramm 7. Schmerzverlauf der Frauen (W) und Männer (M) mit Fersensporn



Bei den 144 weiblichen Patientinnen kann man anhand des Diagramms 7 erkennen, dass die Besserung der Schmerzsymptomatik in den ersten beiden Nachsorgen (NAS 1 und NAS 2) den anderen Beschreibungen des Schmerzverlaufes überwiegt, jedoch in Nachsorge 3 stark abnimmt, während die deutliche Besserung der Schmerzsymptomatik und Beschwerdefreiheit im NAS 4 und NAS 5 stark zunimmt. In der letzten Nachsorge im Frühjahr 2009 zeigt sich die Beschwerdefreiheit bei dem weiblichen Patientenanteil deutlich. Hierbei muss man jedoch immer die unbekannten Angaben zu jeder Nachsorge beachten, gerade in der vierten Nachsorge sind von den 144 Patientinnen 114 ohne Angaben. Die fünfte Nachsorge zeigt weniger unbekannte Daten wegen unserer Anschreibeaktion an Patienten und Arzt.

Zum Vergleich des Schmerzverlaufes der Frauen und Männer mit Fersensporn wurde Diagramm 7 erstellt. Dieses zeigt, dass gerade in der ersten Nachsorge die Besserung der Symptomatik bei beiden Geschlechtern im Vordergrund steht, am Ende der Studie jedoch die Schmerzfreiheit überwiegt. Aber auch hier muss die Anzahl der unbekannten Angaben 37 von 44 Patienten in der vierten Nachsorge beachtet werden.

IV.3 Akute Nebenwirkungen

Bis auf 6 von 188 Patienten (3,1 %) des Gesamtkollektivs, die leichte Hautrötung oder gelbliche Verfärbungen zeigten, blieb der Rest der Patienten ohne Nebenwirkungen.

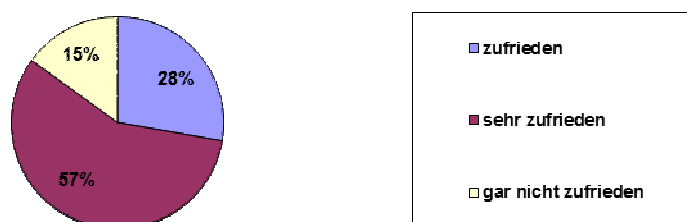
IV.4 Zufriedenheit der Patienten mit dem Ergebnis der Strahlentherapie

Die Angaben zur Zufriedenheit nach Bestrahlungsende waren bei 180 Patienten vorhanden. Hierbei wurde die Zufriedenheit unterteilt in **sehr zufrieden**, **zufrieden** und **gar nicht zufrieden**. Die folgende Abbildung gibt die Angaben der Zufriedenheit an.

Tabelle 13. Zufriedenheit der Patienten

	absolut	relativ
gar nicht zufrieden	27	15,0 %
zufrieden	50	27,8 %
sehr zufrieden	103	57,2 %
insgesamt	180	100%

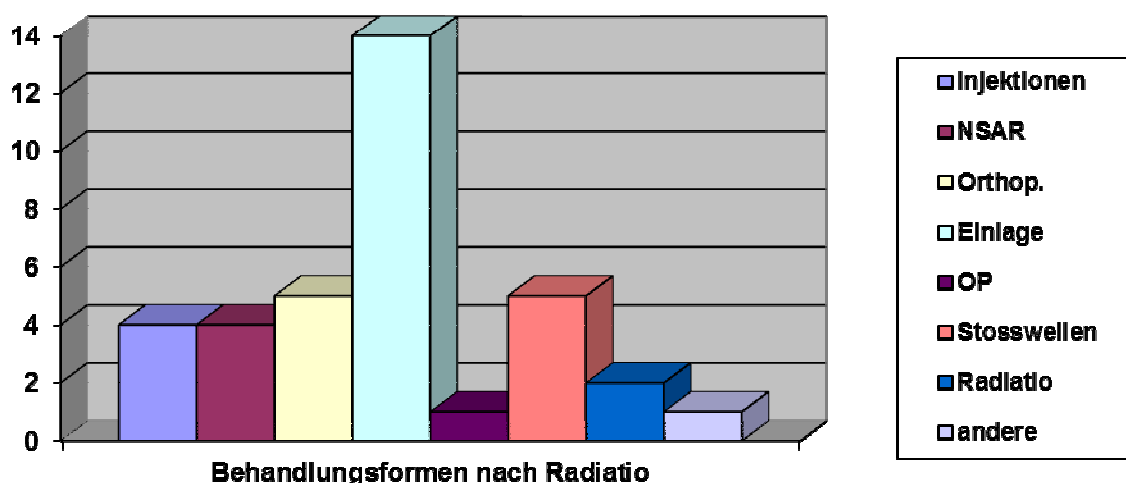
Diagramm 8: Zufriedenheit der Patienten nach Therapieende



IV.5 Weitere Behandlungen nach der Strahlentherapie

Aufgrund ihres immer noch schmerzhaften Fersensporns mussten 38 Patienten weitere Behandlungen nach der Strahlentherapie wahrnehmen. Zu diesen gehörten Operationen, Medikamente, andere physikalische Therapien und weitere Bestrahlungen. Die folgende Abbildung zeigt die Verteilung der Patienten zu diesen Behandlungsformen.

Diagramm 9. Weiterführende Behandlungsformen nach Ende der Strahlentherapie



Bei dem oben aufgeführten Diagramm kann man ablesen, dass nur 38 von 188 bestrahlten Patienten (20,2 %) am Ende der Behandlung andere Behandlungsformen wahrnehmen, um die bestehende schmerzende Symptomatik zu reduzieren, auch hier greifen die meisten 14 von 38 Patienten (36,8 %) zur konservativen Therapie, die Einlage. Nur 2 von 38 Patienten (5,2 %) lassen sich erneut bestrahlen, zur Zeit haben wir keine weiteren Angaben zu dem Ergebnis der zweiten Bestrahlung. Doch auch hier bemerkt man, wie zurückhaltend die Patienten gegenüber der Bestrahlungstherapie sind.

V. Diskussion:

V.1 Mechanismen und Wirkungsweise der Bestrahlung

Zunächst absorbiert das bestrahlte Gewebe die ionisierenden Strahlen. Hierbei kommt es zu radiochemischen und biologischen Veränderungen sowie zu Bildung von Radikalen. Man unterscheidet hier eine direkte Strahlenwirkung von einer indirekten Strahlenwirkung. Bei der indirekten Bestrahlung, deren Strahlenenergie zunächst auf die Moleküle der Nachbarschaft übertragen wird, entstehen durch die reaktiven Zersetzungsprodukte des Wassers das OH-Radikal und H-Radikal, die die Strahlungswirkung verursachen. Bei der direkten Strahlungswirkung jedoch wird die Energie des ionisierende Teilchens direkt auf die reaktionsfähigen biologischen Strukturen übertragen, die dort die Veränderungen hervorruft. Auf zellulärer Ebene entstehen DNA-Doppelstrangbrüche und Strukturveränderungen von Proteinen und Membranlipide.

Das bedeutendste Merkmal des Wirkungsmechanismus der Röntgenbestrahlung ist die Beseitigung bzw. die Rückbildung der verschiedenen Entzündungsparameter und des Entzündungsschmerzes. Diese Röntgenbestrahlung wird in niedrigen Dosen und fraktioniert durchgeführt. **(H.D. Claus 1974, H. Langer 1935, G. Pannewitz 1960, W.S. Reichel 1949, K.R. Trott 1999).**

Wie W.S. Reichel 1949 und G. Hildebrandt et al. 1998 beschrieben, verläuft histologisch betrachtet eine Entzündungsreaktion wie folgt ab. Zunächst kommt es, ausgelöst vom vegetativen System, zu einem Arteriolenspasmus; dieser hat zusammen mit der Verengung der Venolen, durch Prostaglandine und Kininen bewirkt, eine kapilläre Hyperämie und somit eine Abflussstörung zur Folge. Es kommt zu einer Thrombozytenaggregation und zu einer Exsudation von

Leukozyten. Histamin, Prostaglandin, Kinin und Serotonin steigern hier die Gefäßpermeabilität. Somit können Plasmaeiweiße in das betroffene Gebiet einströmen. Wichtig für die Entzündungsreaktion sind in dem Fall neutrophile, basophile und eosinophile Granulozyten, Makrophagen und Lymphozyten. **(17, 35)**

Es kommt auf molekularer Ebene einer Entzündung zu Aktivitätsänderungen in bestimmten zellulären Signalwegen, diese führen dann zu spezifischen Änderungen des Genexpressionsmusters. Der Transkriptionsfaktor NF-kB, der durch bakterielle und virale Antigene, Zytokine und durch chemisch-physikalische Noxen aktiviert wird und die Genexpression in den betroffenen Zellen schnell und umfassend ändern kann, zählt zu den wichtigsten intrazellulären Regulatoren von Entzündungsreaktionen. Zu den hochregulierten Genen zählen insbesondere Zytokine und Zelladhäsionsmoleküle, die für eine Verbreitung der Entzündung und deren Verstärkung verantwortlich sind. In der chronischen Phase folgen dann Gewebeproliferation und Narbenbildung.

All diese aufgeführte Prozesse sind für eine physikalische und chemische Induktion von Schmerzen an Nervenendigungen, hauptsächlich des vegetativen Nervensystems verantwortlich. Auch die Strahlentherapie des Fersensporns macht sich die ionisierenden Strahlen am Patienten zunutze. Deshalb sollte man die Risiken und Nebenwirkungen der Röntgenstrahlentherapie immer berücksichtigen **(18, 35)**.

Bei der Erkrankung angewandte niedrige Strahlentherapie zeigt keinerlei Nebenwirkungen in Form von Hautrötungen oder sogar Gewebenekrosen, wie es meist der Fall ist bei malignen Erkrankungen, die eine höhere Bestrahlung erfordern. Allenfalls kann jedoch extrem selten eine leichte Hautrötung und – trockenheit im bestrahlten Gebiet auftreten.

Eine mögliche Ablehnung der Strahlentherapie bei nicht–malignen Erkrankungen liegt der möglichen Schädigung der Gonaden oder einer Malignominduktion zugrunde **(30, 44)**. Doch bisher konnten bei den niedrigen zugrunde liegenden

Dosen weder lokale Nebenwirkungen noch eine Tumorinduktion beobachtet werden. (21, 29, 38). Die Gonadendosis ist vergleichbar mit der bei röntgendiagnostischen Maßnahmen (7, 13, 56). Bei der Strahlentherapie der unteren Extremität fand Fuchs eine maximale Gonadendosis von 1 Promille der Oberflächendosis (6), Schuhmann & Lademann fanden bei Bestrahlung der Fußgelenksarthrits beim Mann eine Gonadendosis von 44 mR (41). Im Vergleich dazu liegt die natürliche Strahlenbelastung im Durchschnitt bei 1 bis 2 mSv pro Jahr. Das Risiko wird auch von Alter und Geschlecht des Patienten sowie von der Körperoberfläche gemessenen Dosis in Gray (Gy) beeinflusst. Unterschiedliche biologische Empfindlichkeit gegenüber Strahlen werden durch unterschiedliche Gewebetypen aufgezeigt. Die Gewichtungsfaktoren werden mit der gemessenen Strahlendosis im Bestrahlungsgebiet multipliziert und in der effektiven biologischen Dosis in Sievert (Sv) dargestellt.

Dass die Strahlentherapie beim Fersensporn eine antiinflammatorische Wirkung hat, ist bekannt und durch umfangreiche Studien belegt. Jedoch ist die eigentliche Wirkung der Schmerzbestrahlung bei degenerativ-entzündlichen Skeletterkrankungen noch immer unklar. Mehrere Erklärungsmodelle werden diskutiert: Zerstörung im entzündlichen Exsudat mit Freisetzung von Zytokinen und Enzymen (zellulär-fermentative Theorie), Perfusionstheorie durch die Verbesserung der Gewebsperfusion, neuroregulatorische Theorie, wobei an dem Gefäßendothel eine Beschleunigung der Resorptionsvorgänge und Verminderung der Hyperämie stattfinden, sowie die elektrochemische Theorie mit der Änderung des Gewebe pH. Gerade diese Umwandlung der bei sekundären Reizerscheinungen auftretenden Gewebsazidose in eine Gewebsalkalose wird als besonders wichtiger Aspekt angesehen (2, 22, 30, 35, 56). Lindner und Freisleder sprechen für die elektrochemische Theorie (22). Sie beschrieben zu Beginn der Radiatio verstärkte Schmerzen, die wahrscheinlich auf eine kurzfristige pH Erniedrigung zurückzuführen sind. Reichel gibt als Schwellendosis für das Erreichen der Gewebsalkalose 0,3 Gy als Einzeldosis an (35). Es zeigen sich keine deutlich besseren klinischen Resultate für höhere Gesamtdosen (4, 49, 55), auch wurde dies in der Seegenschmiedt

Studie von 1996 bestätigt, da traten die besten Effekte bei einer Gesamtdosis von 5 Gy bzw. einer Einzeldosis von 0,5 Gy ein. 1933 konnte man im Tiermodell von Pannewitz zeigen, dass die eingetretenen morphologischen Veränderungen unter Radiotherapie irreversibel sind **(52)**. Tierexperimentelle Arbeiten an antigeninduzierter Arthritis bei Kaninchen wiesen nach 6 Gy antiinflammatorische Effekte nach **(48)**. Untersuchungen von Hildebrandt et al. belegen, dass vor allem molekulare Mechanismen und Entzündungsmediatoren wichtig sind **(16, 18, 19)**.

Seegenschmiedt beschreibt 2008 als Angriffspunkt der Strahlentherapie die Entzündung der Plantaraponeurose, diese erfolgt schon in der frühen Phase der Inflammation gleichzeitig zu der Gefäßdilatation, Ödembildung und Leukozyteninvasion des betroffenen Areals. Man beobachtet nach Bestrahlung eine Beschleunigung der Leukozyteninvasion und deren Freigabe. Dieses Phänomen erklärt somit die akute Verschlechterung kurz nach Bestrahlung, bevor die Ödembildung beginnt und die Schmerzen nachlassen **(45)**.

Laut Trott und Kamprad ist nicht bewiesen, dass die therapeutische Wirkung der Bestrahlung auf der Inaktivierung der Stammzellen basiert. Manche therapeutische Effekte der Strahlentherapie beruhen auf der Hemmung der Zellproliferation und neuer Zellproduktion, diese haben langwierige Konsequenzen, wenn sie während einer kritischen Periode der Zerstörung vor der Differenzierung erfolgen. Dies erklärt auch die wichtige Rolle der Bestrahlung in der Prävention der heterotope Ossifikation **(50)**.

V.2 Akute Strahlennebenwirkungen und Strahlenspätfolgen

Bei der Erkrankung angewandte niedrige Strahlendosis zeigt gewöhnlich keine Nebenwirkungen z. B. in Form von Hautrötungen. Allenfalls kann - jedoch extrem selten- eine leichte Hautrötung und - trockenheit im bestrahlten Gebiet auftreten.

Einer möglichen Ablehnung der Strahlentherapie bei nicht - malignen Erkrankungen durch Laien liegt die vermutete Schädigung der Gonaden oder eine Malignominduktion zugrunde (44). Doch bisher konnten bei den niedrigen zugrunde liegende Dosen weder lokale Nebenwirkungen noch eine Tumorinduktion beobachtet werden (21, 29, 38). Die Gonadendosis ist derjenigen bei röntgendiagnostischen Maßnahmen vergleichbar (7, 13, 56). Bei der Strahlentherapie der unteren Extremität fand Fuchs eine maximale Gonadendosis von 1 Promille der Oberflächendosis (6). Bei Belastung des Fußgelenksarthritis fanden Schuhmann & Lademann beim Mann eine Gonadendosis von 44 mR (41). Im Vergleich dazu liegt die natürliche Strahlenbelastung im Durchschnitt bei 1 bis 2 mSv pro Jahr. Das Risiko wird auch von Alter und Geschlecht des Patienten sowie von der Körperoberfläche gemessenen Dosis in Gray (Gy) beeinflusst.

Innerhalb unseres Patientenkollektivs konnten nur wenige direkte Nebenwirkungen festgestellt werden, diese äußerten sich als Rötungen. Hinsichtlich der Entstehung von Sekundärtumoren ist bei dem kurzen Follow- up eine Aussage nicht möglich.

V.3 Literaturübersicht zur Radiotherapie bei schmerzhaftem Fersensporn.

Anhand mehrerer Studien konnten man folgende Tabelle als Literaturübersicht aufstellen, diese zeigt die Schmerzsymptomatik nach der jeweils unterschiedlich dosierten angewandten Strahlentherapie.

Tabelle 14. Literaturübersicht

Autor	Jahr	Fälle	Einzeldosis	Gesamtdosis	CR	PR	MR	NR
Basche	1980	102	0,3-0,5 Gy	4,0 Gy	32	30	28	10
Cocci	1943	6	keine Angaben	keine Angaben	33	50		17
Keim	1965	7	0,5-1,0 Gy	4,0 Gy	71		29	
Mantell	1986	17	2,0 Gy	10,0 Gy	53	12		35
Schäfer	1994	11	0,5 Gy	1,0-4,0 Gy	13	20	39	27
Mitrov	1967	1520	50-10 R	300-600 R	50	38		12
Sautter-Bihl	1993	15	0,5-1,0 Gy	2,5-6,0 Gy	60	13	7	20
Wieland	1965	16	100 R	400 R	74	13	0	13
Zschache	1972	49	75-150 R	225-450 R	12	10	63	15
Seegenschmiedt	1995	72	1,0 Gy	12,0 Gy	48	6	18	-
Miszczyk, Jochymek	2007	623	1,0-3,0 Gy	1,0- 45 Gy	48	21	17	14
Heyd	2001	127	1,0 Gy	6,0 Gy	46	42		12
Micke	2004	7947	0.3-1.5 Gy	2.5-18.75 Gy	70=CR+PR			15
Diese Studie	2009	84	1,0 Gy	6,0 Gy	72	9	-	3

CR (complete pain relief in %)=beschwerdefrei, PR(partial pain relief)=besser, MR(minor pain relief)=befriedigend, NR(no pain relief)=ohne Erfolg

Stellt man die Daten des allgemeinen Therapieansprechens der eigenen Ergebnisse den Daten aus der Literatur (Tabelle 14) gegenüber, die im Allgemeinen eine Verbesserung der Schmerzen aufzeigen, so sind die Zahlen durchaus vergleichbar.

Der randomisierte Nachweis der Wirksamkeit einer Strahlentherapie beim schmerzhaften Fersensporn ist bisher noch nicht erbracht worden. Hierzu wurde von der GCGBD (German kooperative group for the radiotherapy of benign diseases) eine randomisierte Studie initiiert, welche derzeit ausgewertet wird. Bisher sind nur die ersten Ergebnisse nach einem 3 monatigen Follow up erfasst worden und diese zeigen die Wirksamkeit der Strahlentherapie als gesichert. Bei dieser Studie wurden 2 Behandlungsschemata mit verschiedenen Dosierungen verglichen, dabei zeigt sich die konventionelle Dosierung mit ED 1.0 Gy und GD 6.0 Gy als überlegen **(31)**.

V.4 Vergleich des zeitlichen Schmerzverlaufes

Der Wirkungseintritt der Strahlentherapie ist sehr variabel. Eine vollkommen Beschwerdefreiheit kann häufig erst nach mehreren Wochen oder Monaten auftreten (**13, 22, 29, 38, 44, 53, 56**). In unserer Studie trat bei 59,5 % der Patienten eine Schmerzfreiheit erst nach 6 Monaten ein. Deshalb sollte man eine frühe Beurteilung der Schmerzsymptomatik vermeiden, denn das würde zu einer Fehleinschätzung der Effektivität der Strahlentherapie führen. Falls die Schmerzsymptomatik jedoch weiterhin bestehen bleibt oder der therapeutische Effekt nicht ausreichend ist, kann immer noch eine weitere Strahlentherapie eingeleitet werden. Es ist noch ziemlich unbekannt, wie lange der Behandlungserfolg nach konventioneller Bestrahlung anhält. Nach im Median von 41,5 Monaten berichtet Schäfer et al. über 58 % Schmerzfreiheit bei einer kleinen Gruppe von Patienten (**39**). Für die Patienten mit degenerativ-entzündlichen Erkrankungen gaben Lindner und Freislederer an, dass sich nach vier Jahren Nachbeobachtung die Ergebnisse nicht mehr verändert haben (**22**). Bei unserer Studie haben wir nicht bei allen Patienten so eine lange Nachbeobachtungszeit, 21 Patienten wurden im Jahre 2004 zum ersten Mal bestrahlt. 68 Patienten unterzogen sich im Jahre 2005 der Strahlentherapie. Im Vordergrund stand in unserer Studie das Jahr 2006, in dem 76 Patienten zum ersten Mal aufgrund eines Fersenspornes bestrahlt wurden. Somit betrug die hauptsächliche Nachbeobachtungszeit 3 Jahre, die längste Nachbeobachtungszeit 19 Jahre bei nur einem Patienten.

Wie aus dem Abstract DEGRO 2010 von Niewald zu erlesen ist, kann man für eine begrenzte Nachbeobachtungszeit von 3 Monaten die Wirksamkeit der Radiatio als gesichert gut bewerten. Hierbei wurden 60 Patienten in der Studie aufgenommen, 2 Behandlungsschemata wurden aufgezeigt und miteinander verglichen, eine konventionell dosierte Bestrahlung mit Gesamtdosis von 6 Gy und Einzeldosis von 1 Gy und eine sehr niedrige dosierte Radiatio mit GD von

0,6 Gy und ED von 0,1 Gy. Dabei zeigt sich nach einem 3 monatigen Follow up die konventionelle Dosierung als erfolgreicher. Eine zweite Bestrahlung wurden den Patienten angeboten, die nach 3 Monaten keine analgetische Wirkung verspürten (31) .

V.5 Alternativmethoden zur Behandlung des schmerzhaften Fersensporn

Die konservative Therapie steht bei uns bei neu diagnostiziertem Fersensporn zunächst an erster Stelle.

Die meist eingesetzten Behandlungen bestehen in der physikalischen Therapie (zum Beispiel Ultraschall, Mikrowellen, Iontophorese und Ultrareizstrom), diese werden oft mit lokalen Injektionen von Cortison und Lokalanästhetika eingesetzt. Auch die Verabreichung von oralen Analgetika und Antiphlogistika ist üblich. Aber gerade bei diesen Medikamenten sollten die Nebenwirkungen erwähnt werden wie gastrointestinalen Ulzera und Blutungen, renale Komplikationen mit Natrium und Wasserretention, wie auch die Sehnenrupturen infolge Corticoidinjektionen. (7, 25, 38).

Im akuten Stadium der Krankheit reagieren die Patienten automatisch mit einer Ruhigstellung des Fußes. Da die Schmerzen unerträglich sein können, bevorzugen sie eine antientzündliche und analgetische Behandlung, diese kann systemisch oder lokal erfolgen. Meist handelt es sich um intra-artikuläre Injektionen. Die Erfolgsraten sind dabei ziemlich hoch, Jedoch sollte man die Nebenwirkungen nicht außer Acht lassen, wie Ulzera der Magenschleimhaut oder sie zeigen sich hämatologisch nach lokalen oder systemischen Glukocorticoiden als Nekrosen, Sehnenrupturen oder Infektionen.

Wie schon erwähnt findet man gute Ergebnisse bei der Anwendung der ESWT. Dies beschreibt eine Studie von Hammer, Adam, Kreutz, Rupp und Kohn, in der

22 Patienten mit einem unilateralen proximalen plantaren Fersensporn nach erfolglosen konservativen Therapiemaßnahmen mit ESWT behandelt wurden (3x 3000 schock waves/session of 0.2 mJ/mm²). Hierbei betrug die Anamnesedauer 6 Monate und die Kontrollgruppe war dabei die kontralaterale Plantarfaszie. Vor der Behandlung war die Plantarfaszie bedeutsam dicker als die Kontrollseite. Aber 6 Monate nach der ESWT Behandlung war dieser Unterschied der Plantarfaszie gegenüber der Kontrollseite fast nicht mehr vorhanden. Die Follow ups lagen bei 6, 12 und 24 Wochen. Die Schmerzsymptomatik war bei 79% der Patienten rückläufig, die schmerzlose Gehzeit stieg an und die Dicke der Plantarfaszie nahm nach der Behandlung mit ESWT ab **(10)**.

Die Wirkung der ESWT Therapie wurde in einer weiteren Studie von Kohn mit der konservativen Therapie verglichen (NSAR, Einlagen, lokale Injektionen und Elektrotherapie). Hierzu randomisierte man 49 Füße in 2 Gruppen. Die Gruppe 1 (25 Fersen) begann sofort mit 3 Sitzungen ESWT in wöchentlichen Abständen. Die Gruppe 2, bestehend aus 24 Fersen, setzte die konservative Behandlung 12 Wochen fort und erst danach wurde mit der Stoßwellentherapie begonnen. Nach 3 Monaten war kein signifikanter Unterschied der Schmerzsymptomatik gegenüber der Gruppe 1 zu beobachten, jedoch konnte man nach 6 Monaten nach ESWT Behandlung einen Anstieg von 64 % auf 88% Patienten feststellen, die nun eine verbesserte Schmerzsymptomatik angaben. Die schmerzlose Gehzeit stieg bei beiden Gruppen an **(11)**.

Batt et al. befassten sich mit der medikamentösen Standardtherapie (NSAID), mit der zuerst angewendete Therapie „Ferseneinlage“, Achillessehnendehnung und mit der Splinttherapie- Kombination (eine Nachlagerungsschiene in maximaler Dorsalflexion), dabei randomisierten sie 40 Patienten. „Heilung“ der Erkrankung war die einzige Zielgröße der Studie. In der Splintgruppe wurden alle Patienten „geheilt“, im Mittel nach 12,5 Wochen. In der Standardgruppe blieben 11 Patienten nach 2 – 3 Monaten symptomatisch und wurden in 8 von 11 Fällen erfolgreich mittels Lagerungsschiene behandelt **(3, 30)**.

Powell et al. randomisierten 52 schmerzhaften Fersen. Eine Gruppe bekam eine sofortige Splintanlage, die andere eine verzögerte Splintanlage. Hier wurde der subjektive Therapieerfolg 6 Monate nach Behandlung mittels linearer Schmerzskala gemessen. Schmerzbesserung erreichten 88% der Patienten, 36% waren erst nach 6 Monaten schmerzfrei. Es wurde zum Auswertungszeitpunkt kein Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt. Jedoch trat die Schmerzbesserung in beiden Gruppen erst während der Splintbehandlung ein **(30, 33)**.

Lynch et al. randomisierten 103 Patienten und verglichen dabei verschiedene „Behandlungskonzepte“, wie antiinflammatorische Therapie, Ferseneinlagetherapie und Bandagentherapie. Primäre Zielgröße waren die Schmerzen (VAS-Schmerzskala); die anderen Erfolgskriterien waren subjektiv und somit nicht standardisiert. Mittels Bandagen behandelte Patienten erzielten eine deutlichere Besserung bezogen auf die VAS-Skala, doch in den anderen Zielgrößen konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden **(23, 30)**.

Die Studie von Urovitz 2008 zeigt die operative endoskopische Maßnahme als erfolgreiche Behandlungsmethode beim Krankheitsbild Fersensporn auf. Gegenüber der offenen invasiven Methode hat die endoskopische Operationsmethode viele Vorteile (kürzere Operationsdauer, schnelle Belastungsmöglichkeit und weniger operative Komplikationen). Bei der Studie wurden über einen Zeitraum von 10 Jahren 55 Patienten mit einer minimalen Anamnesedauer von 12 Monaten endoskopisch behandelt. Der mittlere Follow up betrug 18 Monate. 10 von den 55 Patienten beschrieben, keinen Unterschied in der Schmerzsymptomatik zu verspüren. Die 2 oberflächlichen Wundinfekte, die als Komplikationen auftauchten, konnten unter Cloxacillin problemlos therapiert werden. Im Großen und Ganzen zeigten sich vorteilhafte Ergebnisse bei über 80 % der Patienten. **(51)**.

V.6 Schlussfolgerung der Strahlentherapie bei schmerzhaftem Fersensporn

Im Vergleich zu den herkömmlichen Maßnahmen ist die Strahlentherapie eine risikoarme, wenig belastende und sehr kostengünstige Therapie des schmerzhaften Fersenspornes. Gerade nach Versagen aller anderen Behandlungsmethoden ist sie sehr wirksam. In der Studie von Segenschmiedt zeigten sich als prognostisch günstig eine kurze Symptombdauer und das Vorliegen eines akuten Beschwerdebildes vor Beginn der Strahlentherapie. Auch eine geringe Gesamtdosis von insgesamt 5 Gy bzw. 10 Einzelfractionen von 0,5 Gy führen zu den besten langfristigen Ergebnissen (44).

In einer Studie von Heyd aus dem Jahr 2007 (16) indem er 130 Patienten randomisiert untersuchte, konnte gezeigt werden, dass die Strahlendosis in Bezug auf den Therapieerfolg eine untergeordnete Rolle spielt. Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der LD Gruppe, in der 2 x 0,5 Gy / Woche bis zu einer Gesamtdosis von 3 Gy pro Serie und der HD Gruppe, in der 2 x 1 Gy in der Woche und bis zu einer Gesamtdosis von 6 Gy / Serie bestrahlt wurde. Die Gesamtdosis von 3 Gy erwies sich als ausreichend. Die Evaluierung der Ergebnisse in dieser Studie erfolgte vor Bestrahlungsbeginn, am Ende jeder Serie, 6 Wochen und 6 Monaten nach Therapie. Dabei zeigte sich eine hochsignifikante Verbesserung der Funktionscores 6 Monate nach Therapie.

Somit kann auch durch unsere Studie, die die Zunahme der Beschwerdefreiheit in der fünften Nachsorge zeigt, bewiesen werden, dass die Effektivität der Strahlentherapie erst nach mehreren Monate auftreten kann, ohne große Nebenwirkungen in der Therapiedosis zu verursachen. Aber trotz der guten Therapieergebnisse kann ein Placeboeffekt nicht ausgeschlossen werden. Daher sind randomisierte Studien sowie die Benutzung subjektiver und objektiver Kriterien notwendig (26). Die Radiotherapie sollte daher nicht als ultima ratio in den Behandlungsmöglichkeiten angesehen werden, sondern an einer der ersten Stellen der gewählten Therapieoptionen gestellt werden.

Literatur

- (1) Acevedo JI, Beskin JL (1998): Complications of Plantar Fascia Rupture Associated with Corticosteroid Injection. American Academy of Orthopaedic Surgeons: 91- 7.
- (2) Basche S, Drescher W, Mohr K (1980): Ergebnisse der Röntgenstrahlentherapie beim Fersensporn. Radiobiol Radiother, 21: 233-236
- (3) Batt ME, ea (1996): Plantar fasciitis: a prospective randomised clinical trial of the tension night splint. Clin J Sports Med, 6: 158-162
- (4) Cocchi U (1943): Erfolge und Mißerfolge bei Röntgenbestrahlung nichtkrebsiger Leiden. Strahlentherapie, 73: 255-284
- (5) Cole C, Seto C, Gazewood J (2005): Plantar fasciitis: evidence-based review of diagnosis and therapy. American Fam. Physician 72 (11): 2237-42
- (6) Fuchs G (1960): Die Strahlenbelastung der Gonaden in der Röntgentherapie. Strahlentherapie, 111: 297-300
- (7) Gärtner C, Schüttauf M, Below M, Motorina LI, Michina ZP (1988): Zur strahlentherapeutischen Behandlung chronisch-rezidivierender Skelettveränderungen an der Klinik für Onkologie (Charité). Radiobiol Radiother, 29: 687-696
- (8) Goldie I, Rosengren B, Moberg E, Hedelin E (1970): Evaluation of the radiation treatment of painful conditions of the locomotor system. Acta Radiol Ther Phys Biol, 9: 311-322

- (9) Gudeman SD, Eisele SA, Heidt RS, Colosimo AJ, Stroupe AL (1997): Treatment of Plantar Fasciitis by Iontophoresis of 0.4% Dexamethasone: A Randomized, Double Blind, Placebo Controlled Study. Am J Sports Med, 25: 312-316

- (10) Hammer DS, Adam F, Kreutz A, Rupp S, Kohn D, Seil R. (2005): Ultrasonographic evaluation at 6-month follow-up of plantar fasciitis after extracorporeal shock wave therapy. Arch. Orthop. Trauma Surg. 125(1): 6-9

- (11) Hammer DS, Rupp S, Kreutz A, Pape D, Kohn D, Seil R. (2002) : Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in patients with chronic proximal plantar fasciitis. Foot Ankle Int. 23 (4): 309-13

- (12) Heider CC (1998): Ergebnisse nach operativer Resektion von plantaren Fersenbeinspornen - Eine retrospektive Studie. In Orthopädische Universitätsklinik und Poliklinik Hamburg-Eppendorf. Hamburg, 1998, pp 40

- (13) Hess F (1980): Strahlentherapie gutartiger Erkrankungen. In: Scherer E (ed) Strahlentherapie - Radiologische Onkologie. Berlin-Heidelberg-New York: Springer, pp 354-369

- (14) Heyd R, Uhder K, Straßmann G, Schneider L, Zamboglou N (1999): Ergebnisse der analgetischen Radiotherapie beim inflammatorischen Fersensporn mit 6 MV Photonen. Röntgenpraxis, 52: 26-32

- (15) Heyd R. , Straßmann G et al (2001):
Radiotherapy of management of inflammatory calcaneal heel spurs : Result of
prospective study. Seegenschmiedt MH, Makoski HB (eds) 15. Kolloquium
Radioonkologie / Strahlentherapie. Radiotherapie von gutartigen
Erkrankungen. Diplodocus, Altenberge, pp 173-183
- (16) Heyd R, Tselis N., Ackermann H., Röddiger S., Zamboglou N. (2007):
Radiation therapy for painful heel spur. Results of a prospective randomized
study. Strahlenther. Onk., 183: 3-9
- (17) Hildebrandt G, Seed MP, Freemantle CN, Alam CA, Colville-Nash PR, Trott
KR (1998): Mechanisms of the anti-inflammatory activity of low-dose radiation
therapy. Int J Radiat Biol, 74: 367-378.
- (18) Hildebrandt G, Jahns J, Hindemith M, Spranger S, Sack U, Kinne RW, Madaj-
Sterba P, Wolf U, Kamprad F (2000): Effects of low dose radiation therapy on
adjuvant induced arthritis in rats. Int J Radiat Biol, 76: 1143-1153.
- (19) Hildebrandt G, Seed MP, Freemantle CN, Alam CA, Colville-Nash PR, Trott
KR (1998): Effects of low dose ionizing radiation on murine chronic
granulomatous tissue. Strahlenther Onkol, 174: 580-588.
- (20) Hoffmann SJ, Thul JR (1985): Fractures of the calcaneus secondary to heel
spur surgery. An analysis and case report. J Am Podiatr Med Assoc, 75: 267-
271
- (21) Keim H (1965): Mitteilung über die Durchführung der Entzündungsbestrahlung
mit dem Telekobaltgerät. Strahlentherapie, 127: 49-52

- (22) Lindner H, Freisleder R (1982): Langzeitergebnisse der Bestrahlung von degenerativen Skeletterkrankungen. Strahlentherapie, 158: 217-223
- (23) Lynch DM, ea (1998): Conservative treatment of plantar fasciitis. A prospective study. J Am Podiatr Med Assoc, 88: 375-380
- (24) Maier M, Steinborn M, Schmitz C, Stäbler A, Köhler S, Pfahler M, Dürr H-R, Refior H-J (2000): Extracorporeal Shock Wave Application for Chronic Plantar Fasciitis Associated with Heel Spurs: Prediction of Outcome by Magnetic Resonance Imaging. J Rheumatol, 27: 2455-2462
- (25) Mantell BS (1986): The management of benign conditions. Radiotherapy in clinical practice. London: Butterworths, pp 384-399
- (26) Micke O, Seegenschmiedt M, Erkrankungen D-ARg (2001): SF-36 / SF-12 - Werkzeuge zur Evaluation der Lebensqualität bei der Strahlentherapie von degenerativen Erkrankungen. In: Seegenschmiedt M, Makoski H (eds): Radiotherapie bei gutartigen Erkrankungen - 15. Kolloquium Radioonkologie / Strahlentherapie. Altenberge: Diplodocus-Verlag, pp 51-64
- (27) Micke O. Seegenschmiedt MH (2004): Radiotherapy in painful heel spurs (plantar fasciitis)- Results of a national patterns of care study. Int J Radiat Oncol Biol Phys 58(3):828-43.
- (28) Micke O. , Ernst-Stecken A. , Mücke R., Seegenschmiedt M. H. (2008) : Calcaneodynia: Plantar and Dorsal, Heel Spur/Heel Spur Syndrome. Springer: Radiotherapy for non malignant disorders XV: pp: 295-317

- (29) Mitrov G, Harbov I (1967): Unsere Erfahrungen mit der Strahlentherapie von nichttumorartigen Erkrankungen. Radiobiol Radiother, 8: 419-422
- (30) Niewald M, Seegenschmiedt MH, Micke O, Gräber S. for the GCGBD (German cooperative group on the radiotherapy for benign diseases) of the DEGRO (German society for radiation oncology)(2008): Randomized multicenter trial on the effect of radiotherapy for plantar Fasciitis (painful heel spur) using very low doses – a study protocol. Radiat Oncol 3:27
- (31) Niewald M, Seegenschmiedt M. H., Micke O., Gräber., Mücke R., Schäfer V. Scheid C., Rübe C., DEGRO-AG (GCGBD) (2010, Abstract) :
Multizentrische randomisierte Studie zur Effektivität der Strahlentherapie in Abhängigkeit von der Dosierung beim schmerzhaften Fersenbeinsporn- erste Ergebnisse nach 3 Monaten Follow up. Poster anlässlich des 16. Jahreskongresses der DEGRO, Magdeburg, 3.-6.6.2010. Strahlenther Onkol 2010:86 (Sondernr.1):40
- (32) Plettner P (1900): Exostosen des Fersenbeins. Jahresber Ges Natur- und Heilk in Dresden
- (33) Powell M, ea (1998): Effective treatment of chronic plantar fasciitis with dorsaflexion night splints. Foot Ankle Int, 19: 10-18
- (34) Pokorny L (1937): Röntgenbestrahlung bei Calcaneussporn. Fortschr Röntgenstr, 56: 61-66
- (35) Reichel WS (1949): Die Röntgentherapie des Schmerzes. Strahlentherapie, 80: 483-534

- (36) T. Riepert, M. Baltz, B. Nafe, F. Schweden, C. Rittner (2002): Der plantare und dorsale Fersensporn als Hinweis auf höheres Lebensalter und erhöhtem Bodymass- Index. Springer Rechtsmedizin 02: 100-103
- (37) Sammarco GJ, B HR (1996): Surgical treatment of recalcitrant plantar fasciitis. Foot Ankle Int, 17: 520-526
- (38) Sautter-Bihl ML, Liebermeister E, Scheurig H, Heinze HG (1993): Analgetische Bestrahlung degenerativ-entzündlicher Skeletterkrankungen. Dtsch Med Wschr, 118: 493-498
- (39) Schäfer U, Micke O, Glashörster M, Rübe C, Prott F, Willich N (1995): Strahlentherapeutische Behandlung des schmerzhaften Fersenbeinsporn. Strahlenther Onkol, 171: 202-206
- (40) Schreiber A, Zollinger H (1985): Entzündungen/Fersenbeinsporne. Orthopädie in Klinik und Praxis. Stuttgart: Thieme, pp 441-445
- (41) Schuhmann E, Lademann W (1965): Zur Gonadenbelastung bei der Strahlentherapie nicht-tumoröser Erkrankungen. Radiobiol Radiother, 6: 455-457
- (42) Scott C. Wearing, James E. Smeathers, Stephen R. Urry, Ewald M. Hennig and Andrew P. Hills (2006): The Pathomechanics of Plantar Fasciitis. Sports Med. 36: 585-611
- (43) Seegenschmiedt MH, Keilholz L, Katalinic A, Stecken A, Sauer R (1996): Heel Spur: Radiation Therapy for Refractory Pain - Results with Three Treatment Concepts. Radiology, 200: 271-276

- (44) Seegenschmiedt MH, Keilholz L, Stecken A, Katalinic A, Sauer R (1996): Radiotherapie beim plantaren Fersenbeinsporn. Strahlenther Onkol, 172: 376-383

- (45) Seegenschmiedt MH, Makoski HB, Trott KR et al (Eds) (2008): Radiotherapy for non- malignant disorders. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 59-87

- (46) Sellman JR (1998): Stress fracture of the base of the third metatarsal after an endoscopic plantar fasciotomy: a case report. Foot Ankle Int, 19: 157-159

- (47) Sistermann R, Katthagen BD (1998): 5 Jahre Lithotripsie des plantaren Fersenspornes: Erfahrungen und Ergebnisse - Eine Nachuntersuchung nach 36,9 Monaten. Z Orthop, 136: 402-406

- (48) Steffen C, Müller C, Stellamor K, Zeithofer J (1982): Influence of X-ray treatment on antigen-induced experimental arthritis. Ann Rheum Dis, 41: 532-537

- (49) Trott, K.-R. (1994) : Therapeutic effects of low radiation doses. Strahlenther. Onkol. 170 :1-12

- (50) Trott KR. , Kamprad F.(1999) :
Radiobiological mechanism of anti- inflammatory radiotherapy . Radiother. Oncol.51(3):197-203

- (51) Urovitz EP, Birk- Urovitz A, Birk- Urovitz E.(2008) :
Endoscopic plantar fasciotomy in the treatment of chronic heel pain. Can. J.
Surge 51(4):281-3
- (52) Von Pannewitz G (1933): Die Röntgentherapie der Arthrosis deformans. In:
Holfelder H, Holthausen H, Jüngling O, Martius H, Schinz HR (eds):
Ergebnisse der medizinischen Strahlenforschung. Leipzig: Thieme, pp 61-126
- (53) Von Pannewitz G (1965): Degenerative Erkrankungen. Handbuch der
medizinischen Radiologie. Berlin-Heidelberg-New York: Springer, pp 96-98
- (54) Wall JR, Harkness MA, A C (1995): A retrospective comparison of endoscopic
plantar fasciotomy to open plantar fasciotomy with heel spur resection for
chronic plantar fasciitis/heel spur syndrome. J. Foot Ankle Surg, 34: 305-311
- (55) Wieland C, Kuttig H (1965): Hochvolttherapie bei Arthrosen und
Entzündungen. Strahlentherapie, 127: 44-48
- (56) Zschache H (1972): Ergebnisse der Röntgenschwachbestrahlung. Radiobiol
Radiother, 13: 181-186

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. med. Marcus Niewald bedanken. Trotz seiner enormen beruflichen Belastung als leitender Oberarzt der Abteilung für Strahlentherapie stand er mir mit seiner Hilfsbereitschaft und seinem Rat zur Seite.

Mein Dank gilt auch Frau Claudia Hirtz, die mir in allen Sekretariats-Angelegenheiten immer hilfsbereit und freundlich unterstützt hat.

Weiterhin möchte ich allen Mitarbeitern der Klinik für Strahlentherapie des Universitätsklinikums des Saarlandes für Ihre Hilfe danken.

An dieser Stelle möchte ich mich v.a. bei meinem Ehemann Dr. Thomas Klossok für seine seelische Unterstützung und Hilfe bedanken. Vielen Dank auch an meine Schwiegermutter Brigitte Klossok für das Korrekturlesen. Ein großes Dankeschön an meine Familie, die immer an mich glaubt und mir viel Kraft gibt.

Lebenslauf

PERSÖNLICHE DATEN

Name:	Ruth Giuliana Klossok- Niethammer
Geburtsdatum:	15.09.1982
Geburtsort:	Lima/Peru
Nationalität:	deutsch
Familienstand:	verheiratet

SCHULLAUFBAHN

1989 - 1991	Katholische Privatschule Sor Querubina, Lima Peru
1991 - 1993	Grundschule Kohlhof, Neunkirchen
1993 - 1995	Gymnasium am Krebsberg, Neunkirchen
1995 - 2002	Albert Einstein Gymnasium, Völklingen
1999- 2000	Auslandsjahr in Orlando, FL, USA

PFLEGEPRAKTIKUM

01.07.2003 – 15.10.2003	Krankenpflegepraktikum im Regionalkrankenhaus in Ayacucho, Peru
-------------------------	---

STUDIUM

2002 - 2009	Medizinstudium an der Universität des Saarlandes
2004	Physikum
2004 - 2005	Auslandssemester über ERASMUS-Studienprogramm an der Università degli Studi di Perugia
2007 - 2008	Absolvierung des Praktischen Jahres
2009	Abschluss des Medizinstudiums

KLINIKERFAHRUNG

PRAKTISCHES JAHR

Gynäkologie	Gynäkologie/Geburtshilfe des Spital Region Oberaargau Langenthal, Schweiz
Innere Medizin	Stoke on Trent, University Hospital of Manchester Klinik für Pulmonologie, Universitätsklinik Homburg- Saar
Chirurgie	Tiefenau Spital, Bern Schweiz

FAMULATUREN

Pädiatrie	Praxis Dr. Andreas Niethammer (September 2005)
Thoraxchirurgie	Universitätsklinikum Homburg (April 2006)
Gynäkologie	Universitätsklinikum Homburg (August 2006)
Allgemeinchirurgie	Cotonou , Benin, Afrika (April 2007)

ASSISTENZZEIT

01.06.2009-31.12.2010 Abteilung für Gynäkologie /Geburtshilfe des
Spital Region Oberaargau Langenthal,
Kanton Bern bei Dr. H. P. Vogt

SONSTIGE KENNTNISSE

Englisch, Spanisch und Italienisch in Wort und Schrift
Französisch und Portugiesisch Grundkenntnisse
EDV-Kenntnisse

FREIZEIT

Reisen, Yoga, Theater, Tennis, Volleyball, Tanzen, Ski